

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-043305

(43)Date of publication of application : 16.02.1999

(51)Int.CI.

C01B 3/38
H01M 8/06

(21)Application number : 09-214113

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 23.07.1997

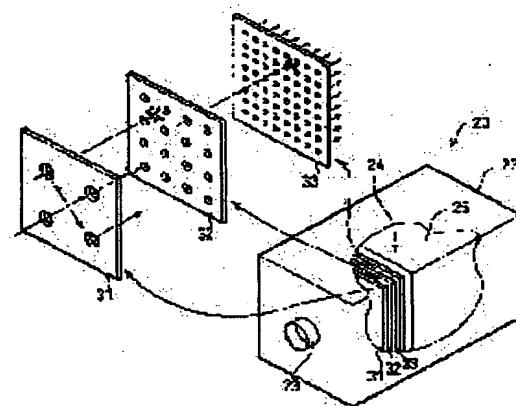
(72)Inventor : NEGISHI YOSHIMASA
TAKI MASAYOSHI
KAWAHARA TATSUYA

(54) CATALYTIC REACTION DEVICE AND GAS DISTRIBUTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To aim at the improvement of a reaction efficiency in a catalyst layer and the size reduction of device therefor.

SOLUTION: This catalytic reaction device 20 has a rectification mechanism part 24 in front of a honeycomb type catalyst layer 26 formed with gas passages horizontally. The rectifying mechanism part 24 is equipped with first to third multiply-perforated plates arranged as a file at an approximately 2-5 mm pitch so as to cross a gas introduction tube part 23. Although each multiplyperforated plate has plural holes, the positions of the holes of the first multiply-perforated plate 31 are arranged so as not to overlap with the gas introduction tube part 23 in the flowing direction of a gas and also the positions of the holes in the adjacent multiply perforated plates are arranged so as not to overlap each other in the direction of the flowing gas. Also, the number of holes in the first to the third multiply-perforated plates is made more in the more down stream side multiply perforated plate, and also the diameter of the holes of each multiply-perforated plate is made smaller in the more down stream side multiply-perforated plate. Thus, a mixed gas collides with the multiply-perforated plate in the down stream side after passing through the holes of each multiply- perforated plate, spreads along the surface of the multiply perforated plate and then passes through the holes of the multiply-perforated plate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-43305

(43)公開日 平成11年(1999)2月16日

(51)Int.Cl.⁶

C 01 B 3/38
H 01 M 8/06

識別記号

F I

C 01 B 3/38
H 01 M 8/06

G

審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全18頁)

(21)出願番号 特願平9-214113

(22)出願日 平成9年(1997)7月23日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 根岸 良昌

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 滝 正佳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 川原 竜也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

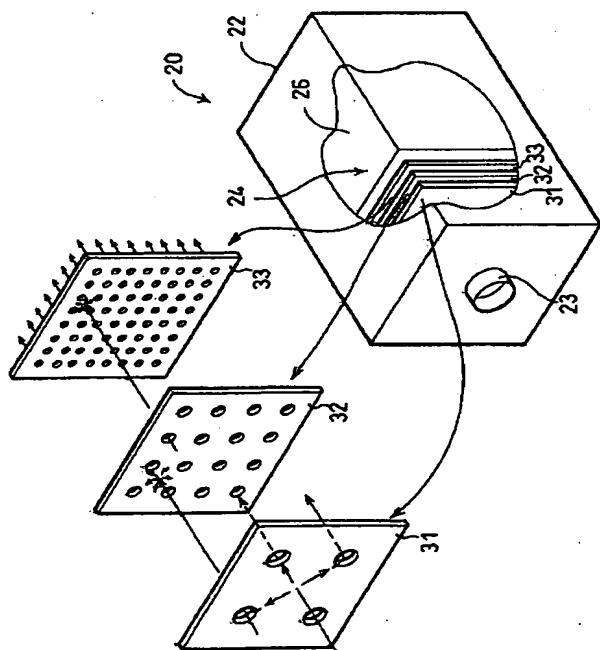
(74)代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54)【発明の名称】 触媒反応装置とガス分配装置

(57)【要約】

【課題】 触媒層における反応効率の向上と装置の小型化を図る。

【解決手段】 触媒反応装置20は、ガス通路を水平に形成したハニカム型の触媒層26の手前に整流機構部24を有する。整流機構部24は、第1～第3多孔板を、ガス導入管部23に対して交差するよう、約2～5mmピッチで縦列配置して備える。各多孔板は、それぞれ複数の孔を有するものの、第1多孔板31では、ガス導入管部23とガスの流れ方向において重ならないように、隣り合う多孔板にあっても、互いの孔位置がガスの流れ方向において重ならないようにされている。また、第1ないし第3の各多孔板における孔数は、下流側の多孔板ほど多数とされていると共に、各多孔板の孔径は、下流側の多孔板ほど小径とされている。このため、混合ガスは、各多孔板の孔を通過した後に下流の多孔板に衝突し、その多孔板の表面に沿って広がってからその多孔板の孔を通過する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 触媒を担持した触媒層に、ガス化された被反応材料を整流手段を経て導き、該触媒層を通過する間に前記被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置であって、

前記整流手段は、

複数の孔が空けられた複数の多孔板を、前記ガス化された被反応材料の流れ方向に交差して縦列配置して備え、隣り合う前記複数の多孔板は、互いの孔位置が前記流れ方向において重ならないように前記複数の孔を有することを特徴とする触媒反応装置。

【請求項2】 請求項1記載の触媒反応装置であって、縦列配置された前記複数の多孔板における孔数は、前記流れ方向に沿った下流側の多孔板ほど多数とされている、触媒反応装置。

【請求項3】 請求項2記載の触媒反応装置であって、縦列配置された前記複数の多孔板における孔径は、前記流れ方向に沿った下流側の多孔板ほど小径とされている、触媒反応装置。

【請求項4】 請求項2又は請求項3記載の触媒反応装置であって、前記流れ方向に沿った最下流の多孔板は、前記触媒層と対向する領域に亘って前記複数の孔を均等に有する、触媒反応装置。

【請求項5】 触媒を担持した触媒層と、該触媒層における触媒反応に供される被反応材料を蒸発させてガス化する蒸発器とを備え、該ガス化された被反応材料を前記触媒層を通過する間に触媒反応に供する触媒反応装置であって、

前記蒸発器は、

貯留した液状の前記被反応材料の液面からの蒸発を、前記被反応材料の貯留部位に亘って略均等に生じさせる蒸発手段を有し、

前記触媒層は、

前記貯留部位に対応するガス導入部位を有し、該ガス導入部位へは対応する前記貯留部位でガス化された前記被反応材料が多方向に亘る絞り部を経由することなく直接導入するよう、前記蒸発器と接続されていることを特徴とする触媒反応装置。

【請求項6】 請求項5記載の触媒反応装置であって、前記蒸発手段は、

複数の前記貯留部位を、前記液状の被反応材料の液位と同じになるように連通する手段と、

複数の前記貯留部位に略均等に熱エネルギーを付与する手段とを有する、触媒反応装置。

【請求項7】 請求項5記載の触媒反応装置であって、前記触媒層と前記蒸発器は、前記蒸発器を下にして積層されており、

前記貯留部位と前記ガス導入部位は対向配置されている、触媒反応装置。

【請求項8】 管路を経て導入されたガスを、該管路より拡散した拡散経路のガス流に分配して下流に流すガス分配装置であつて、

前記ガスを下流に通過させるガス通過手段を、前記拡散経路を分割するよう並列に複数個有し、

前記ガス通過手段は、

前記ガスが通過するガス通過部と、

前記ガス通過部に至ったガスからの抵抗を受けて駆動する可動体と、

前記ガス通過部に至ったガス量が多くなるほど前記ガス通過部の開度が狭くなるように、前記可動体の駆動程度に応じて前記ガス通過部の開度を変更する開度変更機構とを有し、

それぞれの前記ガス通過手段は、

前記ガス通過部の開度が変更された場合にはその変更度合いがそれぞれの前記開度変更機構に伝達され、各開度変更機構における前記ガス通過部の開度が前記可動体の駆動状況に優先して所定の関係になるように、相互に連結されていることを特徴とするガス分配装置。

【請求項9】 触媒を担持した触媒層に、ガス化された被反応材料を整流手段を経て導き、該触媒層を通過する間に前記被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置であって、

前記整流手段は、

前記ガス化された被反応材料が導入される管路より拡散した拡散経路を有すると共に、前記ガス化された被反応材料を前記拡散経路の下流に通過させるガス通過手段を前記拡散経路を分割するよう並列に複数個有し、

前記ガス通過手段は、

前記ガス化された被反応材料が通過するガス通過部と、前記ガス通過部に至ったガスからの抵抗を受けて駆動する可動体と、

前記ガス通過部に至ったガス量が多くなるほど前記ガス通過部の開度が狭くなるように、前記可動体の駆動程度に応じて前記ガス通過部の開度を変更する開度変更機構とを有し、

それぞれの前記ガス通過手段は、

前記ガス通過部の開度が変更された場合にはその変更度合いがそれぞれの前記開度変更機構に伝達され、各開度変更機構における前記ガス通過部の開度が前記可動体の駆動状況に優先して所定の関係になるように、相互に連結されていることを特徴とする触媒反応装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、触媒を担持した触媒層をガス化された被反応材料が通過する間にこの被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置と、管路を経て導入されたガスをこの管路より拡散した拡散経路のガス流に分配して下流に流すガス分配装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の触媒反応装置は、メタノール等の炭化水素化合物を水蒸気改質して水素リッチなガスを生成する改質装置に用いられている。この場合、触媒反応装置が有する触媒層は、炭化水素化合物を水と共に蒸発させる蒸発器の下流に設置され、送り込まれたガスを触媒反応に供して水素リッチなガスとし、その下流に送り出す。なお、こうして送り出された水素リッチなガスは、固体高分子型の燃料電池のアノードにて電池反応の燃料ガスとされる。

【0003】ところで、このような触媒反応に限らず、ガスを化学反応に供する場合、反応効率を高めるには、反応を起こす装置、改質装置にあっては触媒層にガスが満遍なく分配されることが不可欠である。このため、ガスを単に触媒層に導くだけではなく、種々の工夫がされている。例えば、特開昭61-286204では、触媒層の手前に多孔板を配置し、この多孔板にてガスを分配することが提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、多孔板を配置した触媒反応装置であっても、次のような問題点が指摘されるに至った。

【0005】図1に示すように、密閉体100に多孔板102を配置し、この多孔板102にガスを導くと(図1(a))、孔を通過したガスは、多孔板102の近傍ではその流れの向きが四散し、流れの向きによって流速も異なる(図1(b))。この様な現象は、ガスが孔によりその流路を絞られて通過するからである。そして、多孔板102からある程度離れた位置までガスが到達すると、ガスの流れが整流され密閉体100の断面に亘ってガスが分配される(図1(c))。従って、図2に示すように、多孔板102と触媒層104を隣接配置した場合には、分配が不十分なままガスが触媒層104に導かれる。このため、図中にAで示すように、孔と対向していない領域では、ガスが触媒に接する機会が少なくなり、或いはガスが通過せずに全く触媒と接触しないので、触媒反応が進行しない。よって、触媒反応の効率が低くなる。また、反応に用いられない触媒と反応に用いられる触媒が存在するので、触媒の劣化が装置全体で不均一となり、装置全体としての触媒寿命も短くなる。一方、図3に示すように、多孔板102と触媒層104をある程度の距離を隔てて配置すれば、触媒層104には、分配された状態でガスが満遍なく行き渡る。このため、装置におけるほぼ全ての領域で触媒反応が進行するので、触媒反応の効率を高めることができると共に、装置全体としての触媒寿命も長くなる。しかし、図3に示したように触媒層104を配設した場合には、上記した利点がある反面、多孔板102を含めた装置全体の大型化が避けられない。

【0006】もっとも、図2に示した多孔板102をより複数の孔を有するものとし、図4に示すように、孔と

対向していない領域Aが少なくなるようにすれば、触媒層104には各孔からガスが行き渡る。このため、多孔板102と触媒層104を隣接配置でき、装置の小型化を図ることもできる。しかしながら、孔数を増やすことで各孔をより小径の孔とせざるを得ないので、多孔板102の上流の管路と対向する領域では、孔を通過するガスの流速が他の領域より大きくなる。つまり、孔位置によってガスの流速が異なる。よって、触媒層104を通過するガスの速度分布が図示するように不均一となるために、触媒反応の進行程度もガスの流速の影響を受けて不均一となり、その結果として触媒反応の効率が低下する。

【0007】なお、上記した現象は触媒反応装置に限られるものではなく、ガスを化学反応させる装置一般にも当てはまる。

【0008】本発明は、上記問題点を解決するためになされ、ガスの確実な分配を図ることと、ガスの反応効率の向上と装置の小型化の両立を図ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】かかる課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の第1の触媒反応装置は、触媒を担持した触媒層に、ガス化された被反応材料を整流手段を経て導き、該触媒層を通過する間に前記被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置であって、前記整流手段は、複数の孔が空けられた複数の多孔板を、前記ガス化された被反応材料の流れ方向に交差して縦列配置して備え、隣り合う前記複数の多孔板は、互いの孔位置が前記流れ方向において重ならないよう前記複数の孔を有することを特徴とする。

【0010】上記構成を有する本発明の第1の触媒反応装置では、ガス化された被反応材料(以下、説明の便宜上、単に反応ガスという)は、縦列配置された複数の多孔板をその最上流の多孔板から順次通過して、触媒層に至る。それぞれの多孔板の孔は、互いの孔位置が反応ガスの流れ方向において重ならないようされているので、各多孔板の孔を通過した反応ガスは、ガスの流れと交差する方向から見た図5の模式図に示すように、その下流の多孔板に衝突し、この衝突した多孔板の表面に沿って広がる。しかも、この反応ガスの広がりは、ガスの流れ方向から見た図6の模式図に示すように、各孔の対向箇所において、その孔を中心に放射状に均等に起き、反応ガスは、この衝突した多孔板の孔を通過してその下流の多孔板に至る。

【0011】このような反応ガスの衝突・広がりは、各多孔板を反応ガスが順次通過することに起きた。よって、最下流の多孔板の各孔からは、ほぼ均等の流速で反応ガスが流れ出る。このため、触媒層には、最下流の多孔板における各孔でほぼ均等に分配され整流された状態で反応ガスが到達することになり、触媒反応効率を高めることができる。しかも、上記した反応ガスの衝突・広

がりは、各多孔板間の間隔の広狭によらないことから、各多孔板を近接配置することができる。また、最下流の多孔板の各孔からはほぼ均等に分配され整流された状態で反応ガスが流れ出ることから、この最下流の多孔板と触媒層を近接配置することができる。この結果、装置の小型化をも図ることができる。

【0012】また、触媒層における触媒反応に複数種の被反応材料が関連して供される場合には、それぞれの被反応材料（ガス）は、下流の多孔板への衝突により十分混合された状態で触媒層に到達する。このため、複数種の被反応材料が関連する触媒反応をより高い効率で進行させることができる。

【0013】上記の構成を有する本発明の第1の触媒反応装置は、以下の態様を探ることもできる。第1の態様は、本発明の第1の触媒反応装置において、縦列配置された前記複数の多孔板における孔数は、前記流れ方向に沿った下流側の多孔板ほど多数とされている。

【0014】この第1の態様によれば、反応ガスが各多孔板を順次通過するごとに、反応ガスの通過孔数が増すので、より均等に分配され、ガスの通過速度も低減できる。また、最下流の多孔板を反応ガスが通過する際に、孔位置に依存した流速分布をもたらさず、より一様な流速分布とする。このため、整流効果が高まって、触媒反応の効率をより向上させることができる。

【0015】第2の態様は、第1の態様の触媒反応装置において、縦列配置された前記複数の多孔板における孔径は、前記流れ方向に沿った下流側の多孔板ほど小径とされている。

【0016】また、第3の態様は、第1、第2の態様の触媒反応装置において、前記流れ方向に沿った最下流の多孔板は、前記触媒層と対向する領域に亘って前記複数の孔を均等に有する。

【0017】これら態様によれば、下流側の多孔板を反応ガスが通過するごとに、より高い整流効果と触媒層全域に亘る均等な反応ガスの流れ出しにより、触媒反応率をより一層高めることができる。

【0018】また、本発明の第2の触媒反応装置は、触媒を担持した触媒層と、該触媒層における触媒反応に供される被反応材料を蒸発させてガス化する蒸発器とを備え、該ガス化された被反応材料を前記触媒層を通過する間に触媒反応に供する触媒反応装置であって、前記蒸発器は、貯留した液状の前記被反応材料の液面からの蒸発を、前記被反応材料の貯留部位に亘って略均等に生じさせる蒸発手段を有し、前記触媒層は、前記貯留部位に対応するガス導入部位を有し、該ガス導入部位へは対応する前記貯留部位でガス化された前記被反応材料が多方向に亘る絞り部を経由することなく直接導入するよう、前記蒸発器と接続されることを特徴とする。

【0019】上記構成を有する本発明の第2の触媒反応装置では、蒸発器にて被反応材料の貯留部位に亘ってそ

の液面から略均等に被反応材料を蒸発させる。そして、このように貯留部位で蒸発した反応ガスは、この貯留部位に対応するガス導入部位に、多方向に亘って管路を絞り込むような絞り部を経由することなく直接導入する。このため、貯留部位から蒸発した反応ガスは、触媒層のガス導入部位に導入されるに際して、全く絞られることなく、或いは一方向での絞りを経由するに過ぎない。よって、このように絞りを受けない分だけ、貯留部位の液面からの反応ガスは、この液面から略均等に蒸発した状態のまま、或いはこの状態に近似した状態で、低い流速でガス導入部位にほぼ均等に導入されることになる。よって、触媒層へも、このガス導入部位から略均等に反応ガスが行き渡るので、触媒反応効率を高めることができる。しかも、強制的にガスの分配・整流を図るための部材が不要となるので、このような部材の配置スペースも不要となり、装置の小型化を図ることができる。

【0020】上記の構成を有する本発明の第2の触媒反応装置は、以下の態様を探ることもできる。第1の態様は、本発明の第2の触媒反応装置において、前記蒸発手段は、複数の前記貯留部位を、前記液状の被反応材料の液位が同じになるように連通する手段と、複数の前記貯留部位に略均等に熱エネルギーを付与する手段とを有する。

【0021】この第1の態様では、複数の貯留部位における被反応材料の液位が同じであることから、それぞれの貯留部位における熱伝達程度は一定となる。その上で、複数の貯留部位に略均等に熱エネルギーが付与されることから、それぞれの貯留部位における単位時間当たりの被反応材料の蒸発量も一定となる。よって、容易に、それぞれの貯留部位の液面から均等に被反応材料を蒸発させることができる。このため、このそれぞれの貯留部位に対応するそれぞれのガス導入部位に反応ガスを均等に行き渡らせて、触媒層における触媒反応効率をより高めることができる。

【0022】第2の態様は、上記の本発明の第2の触媒反応装置において、前記触媒層と前記蒸発器は、前記蒸発器を下にして積層されており、前記貯留部位と前記ガス導入部位は対向配置されている。

【0023】この第2の態様によれば、より確実に、且つより容易に貯留部位の液面から均等に被反応材料を蒸発させることができ、これを通して触媒層における触媒反応効率をより一層高めることができる。また、蒸発器での蒸発が停止された場合には、反応ガスは冷却により凝縮して液状の被反応材料となるが、この液状の被反応材料は蒸発器に落下して触媒層に残りにくくなる。よって、触媒層の目詰まりが効果的に回避でき、運転再開に支障を来さない。

【0024】また、本発明のガス分配装置は、管路を経て導入されたガスを、該管路より拡散した拡散経路のガス流に分配して下流に流すガス分配装置であって、前記

ガスを下流に通過させるガス通過手段を、前記拡散経路を分割するよう並列に複数個有し、前記ガス通過手段は、前記ガスが通過するガス通過部と、前記ガス通過部に至ったガスからの抵抗を受けて駆動する可動体と、前記ガス通過部に至ったガス量が多くなるほど前記ガス通過部の開度が狭くなるように、前記可動体の駆動程度に応じて前記ガス通過部の開度を変更する開度変更機構とを有し、それぞれの前記ガス通過手段は、前記ガス通過部の開度が変更された場合にはその変度合いがそれぞれの前記開度変更機構に伝達され、各開度変更機構における前記ガス通過部の開度が前記可動体の駆動状況に優先して所定の関係になるように、相互に連結されていることを特徴とする。

【0025】上記構成を有する本発明のガス分配装置では、管路を経て導入されたガスは、拡散経路を分割するそれぞれのガス通過手段に至る。今、あるガス通過手段に他のガス通過手段より多量のガスが至ったとすると、このガス通過手段では、可動体がガスからの抵抗を受けて駆動するので、開度変更機構によりガス通過部の開度が狭くされる。よって、このガス通過手段を通過するガス量は少なくなる。

【0026】その一方、あるガス通過手段におけるガス通過部の開度が狭くされると、その変度合いは他のガス通過手段におけるそれぞれの開度変更機構に伝達される。そして、この各開度変更機構では、ガス通過部の開度が可動体の駆動状況に優先して所定の関係とされる。例えば、ガス通過部の開度が広くされる。このため、開度が広くされたガス通過部に該当するガス通過手段では、それ以前より多量のガスが通過することになる。よって、このガス通過手段の可動体はより大きな抵抗を受けて駆動し、この可動体の駆動を受けてガス通過部の開度が狭くなるようにされる。そして、この開度変更も他のガス通過手段に伝達され、このような開度調整が各ガス通過手段で連鎖的になされる。従って、拡散経路において並列とされたガス通過手段ごとにガス量が異なっていても、各ガス通過手段におけるガス通過部の開度は一定の関係に収束する。しかも、このようなガス量の相違は、拡散経路にガスを導入する管路からのガス量が変動する場合にも起こることから、導入されるガス量が変動する場合であっても、この変動に拘わらず、各ガス通過手段におけるガス通過部の開度は一定の関係に収束する。

【0027】この場合、それぞれのガス通過手段では、可動体の駆動程度でガス通過部の開度が変更される。よって、各可動体が同じガス量のガスから受ける抵抗が同じであれば、具体的には、各可動体が同一面積でガスからの抵抗を受けるようにされていれば、各ガス通過手段におけるガス通過部の開度は、均一となるように収束する。このため、拡散経路からは、均一なガス量に分配した状態で、確実にガスを流すことができる。また、各可

動体が異なる面積でガスからの抵抗を受けるようにされていれば、具体的には、拡散経路の一端の側から可動体の面積が徐々に広くなる様にされていれば、拡散経路からは、この一端の側から順次ガス量が増加するような勾配をもつ分配状態で、確実にガスを流すことができる。

【0028】しかも、拡散経路を分割したそれぞれのガス通過手段のガス通過部において上記した分配を図ることができることから、ガス通過部を通過したガスに所定の反応を起こすための種々の装置を、ガス通過手段に近接配置することができる。このため、装置の小型化を図ることもできる。

【0029】また、本発明の第3の触媒反応装置は、触媒を担持した触媒層に、ガス化された被反応材料を整流手段を経て導き、該触媒層を通過する間に前記被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置であって、前記整流手段は、前記ガス化された被反応材料が導入される管路より拡散した拡散経路を有すると共に、前記ガス化された被反応材料を前記拡散経路の下流に通過させるガス通過手段を前記拡散経路を分割するよう並列に複数個有し、前記ガス通過手段は、前記ガス化された被反応材料が通過するガス通過部と、前記ガス通過部に至ったガスからの抵抗を受けて駆動する可動体と、前記ガス通過部に至ったガス量が多くなるほど前記ガス通過部の開度が狭くなるように、前記可動体の駆動程度に応じて前記ガス通過部の開度を変更する開度変更機構とを有し、それぞれの前記ガス通過手段は、前記ガス通過部の開度が変更された場合にはその変度合いがそれぞれの前記開度変更機構に伝達され、各開度変更機構における前記ガス通過部の開度が前記可動体の駆動状況に優先して所定の関係になるように、相互に連結されていることを特徴とする。

【0030】上記構成を有する本発明の第3の触媒反応装置では、上記した本発明の分配装置で整流手段が構成されているので、整流手段の拡散経路から触媒層には、均一に分配され整流された状態で反応ガスを流すことができる。このため、触媒反応効率を高めることができる。しかも、整流手段に触媒層を近接配置することができるので、装置の小型化をも図ることもできる。

【0031】

【発明の他の態様】本発明は、以下のような他の態様を探ることも可能であり、第1の他の態様は、本発明の第1の触媒反応装置、或いはその上記したいずれかの態様において、網目構造体を、最上流の多孔板の上流側、多孔板間、最下流の多孔板と触媒層の間の少なくともいずれかの位置に備える。

【0032】この第1の他の態様では、この網目構造体自体でも整流を図ることができるので好ましい。また、反応ガスが下流の多孔板に衝突する際に生じる乱流を抑制して、均等な分配を促進できる点からも好ましい。この場合、網目構造体としては、二次元的なメッシュや、

発泡金属（例えば発泡ニッケル）からなる三次元網目構造体を用いることができる。

【0033】また、第2の他の態様は、触媒を担持した触媒層に、ガス化された被反応材料を整流手段を経て導き、該触媒層を通過する間に前記被反応材料を触媒反応に供する触媒反応装置であって、前記整流手段は、前記ガス化された被反応材料が導入される管路より拡散した拡散経路を有すると共に、前記ガス化された被反応材料を前記拡散経路の下流に通過させるガス通過手段を前記拡散経路を分割するよう並列に複数個有し、前記ガス通過手段は、前記ガス化された被反応材料が通過するガス通過部と、前記ガス通過部に至ったガスからの抵抗を受けて駆動する可動体と、前記ガス通過部に至ったガス量が多くなるほど前記ガス通過部の開度が狭くなるように、前記可動体の駆動程度に応じて前記ガス通過部の開度を変更する開度変更機構とを有する。

【0034】この第2の他の態様では、あるガス通過手段に他のガス通過手段より多量の反応ガスが至ったとすると、このガス通過手段では、可動体がガスからの抵抗を受けて駆動するので、開度変更機構によりガス通過部の開度が狭くされる。よって、このガス通過手段を通過するガス量は少なくなる。このため、他のガス通過手段では、その少なくなった分に相当するだけ増加した量の反応ガスが流れようとする。よって、ガス量が増加して通過しようとするガス通過手段でも、可動体がガスからの抵抗を受けて駆動しがス通過部の開度が独立に狭くされ、ガス量が少なくなる。このようなガス量の調整がそれぞれのガス通過手段でおのおの行われる。このため、各ガス通過手段における開度が徐々に一定の関係に収束する。よって、ほぼ均一なガス量に分配した状態で触媒層に反応ガスを流すことができ、触媒反応の効率を高めることができる。また、触媒層の近接配置を通して、装置の小型化を図ることもできる。

【0035】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る触媒反応装置の実施の形態を実施例に基づき説明する。図7は、第1実施例の触媒反応装置20の概略構成を示す概略構成図である。この触媒反応装置20は、メタノールの水蒸気改質に用いられるものであり、図示しないメタノール／水蒸発器にて蒸発生成されたガス（メタノール／水の混合ガス）の供給を受け、この混合ガスを触媒反応に供して水素リッチガスに生成する。そして、触媒反応装置20は、図7に示すように、密閉された筐体22を備え、その上流側から、ガス導入管部23と整流機構部24と触媒層26とを有し、整流機構部24と触媒層26とを筐体22に収納する。なお、触媒層26の側の端面には、生成した水素リッチガスを燃料電池（図示省略）に送り出すための図示しないガス排出管を有する。

【0036】触媒層26は、図8の概略斜視図に示すように、平板27の間に波板28を挟み込んでガス通路を

形成したいわゆるハニカム型触媒層であり、平板および波板の表面にCu/Zn系の触媒を担持している。このため、図中矢印で示すように、触媒層26の上流から上記の混合ガスがハニカムの各孔に流れ込むと、当該ガスは、触媒層26を通過する間に上記の触媒による触媒反応に供され、触媒層26からは水素リッチガスが排出される。

【0037】整流機構部24は、図7に示すように、第1多孔板31、第2多孔板32および第3多孔板33を、ガス導入管部23に対して交差するよう、約2～5mmピッチで縦列配置して備える。第1ないし第3の各多孔板は、それぞれ複数の孔を有するものの、第1多孔板31では、ガス導入管部23とガスの流れ方向において重ならないように、隣り合う多孔板にあっても、互いの孔位置がガスの流れ方向において重ならないようにされている。また、第1ないし第3の各多孔板における孔数は、下流側の多孔板ほど多数とされていると共に、各多孔板の孔径は、下流側の多孔板ほど小径とされている。更に、最下流の第3多孔板33は、その全面に亘って小径の孔を均等に有する。この場合、第3多孔板33は、筐体内で触媒層26と対向していることから、触媒層26に対して、小径の孔を均等に対向させている。そして、第3多孔板33における各孔は、図8に示した触媒層26におけるハニカムの各孔（ガス通路）の形成ピッチに一致するようにして空けられている。よって、第3多孔板33の孔は、それぞれ触媒層26のハニカムの孔（ガス通路）に一致する。

【0038】以上説明した本実施例（第1実施例）の触媒反応装置20におけるガスの挙動を説明する。メタノール／水蒸発器からメタノール／水の混合ガスが送り込まれると、この混合ガスは、ガス導入管部23から筐体内に入り込む。この際、ガス導入管部23と第1多孔板31における孔とは、ガスの流れ方向において重ならないようにされているので、ガス導入管部23を通過した混合ガスは、第1多孔板31に衝突し、この第1多孔板31の表面に沿って広がる（図5、図7参照）。しかも、この第1多孔板31における混合ガスの広がりは、ガス導入管部23の対向箇所において、このガス導入管部23を中心に放射状に均等に起きる（図6、図7参照）。そして、混合ガスは、第1多孔板31の各孔を通過してその下流の第2多孔板32に至る。

【0039】こうして第1多孔板31の各孔を通過した混合ガスは、更に、第2多孔板32に衝突し、この第2多孔板32の表面に沿って放射状に均等に広がる。その後、混合ガスは、第2多孔板32の各孔を通過してその下流の第3多孔板33に至り、第3多孔板33での衝突・広がりを経て第3多孔板33の各孔を通過し、触媒層26に達する。このように、混合ガスが各多孔板を順次通過するごとに混合ガスの衝突・広がりが起きるため、最下流の第3多孔板33の各孔からは、ほぼ均等の流速

で混合ガスが流れ出る。よって、触媒層26には、最下流の第3多孔板33における各孔でほぼ均等に分配され整流された状態で混合ガスが到達して、触媒層26のそれぞれのガス通路をこの混合ガスが通過する。よって、触媒層26における触媒反応の効率を高めることができる。しかも、上記した混合ガスの衝突・広がりは、各多孔板間の間隔の広狭によらないことから、上記したように第1ないし第3の多孔板を僅か2~5mm程度の狭い間隔で並べることができた。また、第1多孔板31と筐体の端面との間の間隔もこの程度の狭い間隔とすることができます。更には、最下流の第3多孔板33の各孔から触媒層26のそれぞれのガス通路へは、ほぼ均等に分配され整流された状態で混合ガスが流れ出ることから、この第3多孔板33に触媒層26を近接配置することができる。この結果、触媒反応装置20の小型化をも図ることができる。

【0040】また、触媒層26では、メタノール／水の混合ガスが触媒反応に供されるが、この混合ガスは、触媒層26に到達する前での多孔板での衝突により十分混合された状態で触媒層26に到達する。このため、メタノールと水の蒸気が十分混合された状態で触媒反応が触媒層26において進行するので、触媒反応の効率をより高めることができる。

【0041】更に、この第1実施例では、混合ガスが第1ないし第3の多孔板を下流側に順次通過することに通過孔数が増すので、混合ガスはより均等に分配され、ガスの通過速度も低減できる。また、最下流の第3多孔板33を混合ガスが通過する際には、第3多孔板33における孔位置に依存した流速分布をもたらさず、より一様な流速分布とする。このため、整流効果が高まって、触媒反応の効率をより向上させることができる。

【0042】加えて、下流側の多孔板ほど孔径が小径とされ、最下流の第3多孔板33にあっては、自身の各孔を触媒層26におけるハニカムの各孔に対向させた。このため、下流側の多孔板の通過ごとに、より高い整流効果を発揮し、触媒層26のハニカムの各孔への均等な混合ガスの流れ出しを図ることで、触媒反応効率をより一層高めることができる。

【0043】ここで、上記した第1実施例の変形例について説明する。この変形例では、図9に示すように、平板メッシュ34(図9(a))や、ニッケルが線状形態で三次元的に絡まった三次元網目構造体35(図9(b))を用いる。そして、この平板メッシュ34或いは三次元網目構造体35を、第1多孔板31と筐体端面との間、各多孔板の間、第3多孔板33と触媒層26との間のいずれかの箇所に組み込む。なお、三次元網目構造体35は、発泡ウレタンへのニッケルの電気メッキ、その後のウレタンの焼失を経て製造される。また、平板メッシュ34としては、上記の混合ガスに影響を与えない金属の線材を編み上げたものや、この金属の短線をブ

レス成形したものなどを用いることができる。

【0044】この変形例によれば、上記のように組み込んだ平板メッシュ34或いは三次元網目構造体35自体でも整流を図ることができるので好ましい。また、混合ガスが下流の多孔板に衝突する際に生じる乱流を、乱流発生箇所に組み込まれたこの平板メッシュ34或いは三次元網目構造体35自体で抑制して、均等な分配を促進できる点からも好ましい。

【0045】次に、他の実施例について説明する。なお、上記した第1実施例と同一の構成或いは同一の作用をなすものについては、第1実施例で用いた符号をそのまま用い詳細な説明は省略することとする。第2実施例の触媒反応装置40も、メタノールの水蒸気改質に用いられるものである。そして、この触媒反応装置40は、その概略構成図である図10に示すように、ガス蒸発器42と触媒層26とを上下に接合して備える。なお、触媒層26は、ガス蒸発器42の上端に連結された密閉状の筐体22に収納されており、筐体22の上端には、生成した水素リッチガスを燃料電池(図示省略)に送り出すためのガス排出管43が設けられている。この場合、平板27と波板28で形成されるガス通路が上下になるように、触媒層26は収納されている。

【0046】ガス蒸発器42は、その概略構成を示す図11およびその12-12線概略断面図である図12に示すように、発熱部44で蒸発部45が挟み込まれるように、この発熱部44と蒸発部45とを交互に積層して備える。発熱部44は、その側面から熱風が通過するよう波板44aを平板44bで挟持したハニカム状に形成されている。蒸発部45は、上面が開口し液体を貯留する貯留槽をなし、その内部には、貯留槽内における液体への熱授受を均一にするための波板45aを備える。また、それぞれの蒸発部45は、その底部の連通管46にて相互に連通されている。よって、図示しないメタノールタンクおよび水タンクからメタノール／水の混合溶液が供給管47を経て一の蒸発部45に供給されると、それぞれの蒸発部45では、同一水位(同一水量)でメタノール／水の混合液が貯留される。なお、蒸発部45における水位が所定範囲内になるように、メタノール／水の混合液の供給は図示しないポンプとその制御装置にて調整されている。

【0047】このように構成されたガス蒸発器42は、次のようにしてメタノール／水の混合蒸気(混合ガス)を生成する。それぞれの発熱部44には、メタノール／水の混合液を蒸発するに足りる温度(約250°C)の熱風が送風される。よって、この熱風によりそれぞれの蒸発部45は、その両側から加熱される。このそれぞれの蒸発部45は、同一水量の混合液を貯留しその両側から均等に発熱部44からの熱を受け取るので、各蒸発部45における熱伝達の様子は同じになり、各蒸発部45は、その液面から均等にこの混合液を蒸発させる。つまり

り、各蒸発部45からは、メタノール／水の混合蒸気（混合ガス）が均等に上昇し、その際の上昇速度は、蒸発に依存していることから、各蒸発部45で均一で定速度である。しかも、各蒸発部45から蒸発した混合ガスは、何の絞りを受けないことから、図12に示すように、各蒸発部45における開口部上方で拡散しつつ上昇し、図12における符号Bで示す各蒸発部45の対向領域とその左右領域に亘って上昇する。よって、混合ガスは、ガス蒸発器42の上端面全面に亘ってもほぼ均等に且つ定速度で上昇し、ガス蒸発器42上方の触媒層26に達する。

【0048】このため、第2実施例の触媒反応装置40では、このガス蒸発器42自体でガスの均等分配並びに整流がなされ、ガス蒸発器42で生成した混合ガスを、ガス蒸発器42の上方に対向配置された触媒層26に到達させる。従って、触媒層26のそれぞれのガス通路に混合ガスを均等に且つ定速度で入り込ませることができるので、触媒反応効率を高めることができる。しかも、触媒層26をガス蒸発器42の上方に對向配置するだけでも、強制的にガスの分配・整流を図るための部材が不要となる。このため、このような部材の配置スペースも不要となり、装置の小型化を図ることができる。

【0049】また、ガス蒸発器42では、それぞれの蒸発部45を連通管46で連結してその水位を同じにすると共に、発熱部44で蒸発部45を挟み込んで均等に蒸発部45に熱が伝わるようにした。よって、それぞれの蒸発部45の液面からのメタノール／水の混合液の蒸発を、より容易に、しかも確実に起こすことができ、これを通して触媒層26における触媒反応効率をより一層高めることができる。また、発熱部44への熱風送風が停止され蒸発部45での混合ガス蒸発が停止すると、既に上昇して触媒層26のガス通路に残存する混合ガスは、冷却により凝縮してこのガス通路にて液化する。しかし、この液化した混合液は、触媒層26がガス蒸発器42の上方に對向配置されていることから、蒸発部45に落下して触媒層26に残りにくくなる。よって、触媒層26におけるガス通路の目詰まりが効果的に回避でき、運転再開に支障を来さない。

【0050】ここで、上記した第2実施例の変形例について説明する。第1の変形例では、図13の概略斜視図およびその14-14線概略断面図に示すように、ガス蒸発器42に替わるガス蒸発器48を有する。このガス蒸発器48は、メタノール／水の混合液を貯留しその混合ガスを生成するための複数の管状部49をその底部で連通して備える。そして、これら管状部49は仕切板50で固定されており、仕切板50で上下に囲まれた領域を、熱風の通路とする。この場合、各管状部49には、供給管51からメタノール／水の混合液が供給され、各管状部49では、やはり同一水位でこの混合液が貯留される。そして、上記のように熱風が送風されると、各管

状部49は、その外壁から熱を受け取る。

【0051】第2の変形例では、図15の概略斜視図に示すラセン型のガス蒸発器52を有する。なお、この変形例では、触媒層26の横断面形状を、ガス蒸発器52に併せて円形とすることが好ましい。

【0052】ガス蒸発器52は、帯状の発熱部53と蒸発部54をその長手方向に重ねた状態でラセン形に巻き上げて形成されている。そして、発熱部53は、上下に分割されており、波板にてそれぞれ熱風通路を形成し、図示内する矢印C、Dの方向に熱風を通過させる。蒸発部54は、波板を組み込んだ単一の貯留槽であることから、その総ての領域で水位が同一であり、上記したように巻き上げられることで、その両側の発熱部53から熱を受け取る。

【0053】これら第1、第2の変形例によても、各管状部49若しくは蒸発部54のそれぞれの領域における液面から均等に混合ガスを蒸発させ、何の絞りを受けることなく当該混合ガスを触媒層26に至らしめる。このため、これら変形例によても、ガス蒸発器48、52自体でガスの均等分配並びに整流をなし、生成した混合ガスをガス蒸発器の上方に對向配置された触媒層26に到達させる。従って、上記の第2実施例と同様、触媒反応効率の向上と装置の小型化を図ることができると共に、運転停止時の触媒層26におけるガス通路の目詰まりを回避することができる。

【0054】次に、第3実施例について説明する。この第3実施例は、触媒層26をガス蒸発器42に対して横置きとしている点で上記の第2実施例と相違する。即ち、図16の概略斜視図に示すように、第3実施例の触媒反応装置60は、蒸発部45をその両側の発熱部44で挟み込んだガス蒸発器42の側方に、ガス通路が水平となるように触媒層26を収納した筐体22を配置し、この間を通気管62で連結する。また、触媒層26の上流には、触媒層26におけるガス通路に合わせたピッチで孔を有する多孔板64が配設されている。この場合、この多孔板64における各孔の孔径は、下方に位置するほど順次大きくなるようにされている。そして、それぞれの発熱部44には熱風が送風され、それぞれの蒸発部45は図示しない連通管により同一水位で混合液を貯留する。なお、筐体22の下流端には、生成した水素リップガスを燃料電池（図示省略）に送り出すためのガス排出管43が設けられている。

【0055】この第3実施例の触媒反応装置60では、発熱部44に熱風が送風されると次のようにして混合ガスを触媒層26に至らしめる。図16における17-17線概略断面図である図17に示すように、蒸発部45では、第2実施例と同様にその液面から均等にメタノール／水の混合液を蒸発させる。そして、このように蒸発した混合ガスは、通気管62にて絞られて触媒層26の側に流れ出る。この通気管62を通過する際には、混合

ガスは、混合ガスの通過方向に対して上下方向の絞りを受けるものの、蒸発部45の並びに沿った左右方向には何ら絞りを受けない。このため、図17において符号Bで示すように、各蒸発部45が通気管62を挟んで対向する触媒層26の領域に対しては、混合ガスは、上下および左右方向の多方向に亘る絞りを受けない分だけ、低い流速でほぼ均等に通気管62を通過する。そして、通気管62を通過した混合ガスは、多孔板64における孔を経て触媒層26の各ガス通路に入り込むが、その際には、この孔が通気管62から離れた下方ほど孔径が大きくなっている。よって、混合ガスはより均等に各ガス通路に入り込む。

【0056】この結果、この触媒反応装置60にあっても、ガス蒸発器42自体でガスの均等分配並びに整流がなされ、多孔板64の孔による上記の分配と相まって、混合ガスを、多方向に亘って管路を絞り込むような上記の従来の装置に比して、触媒層26のそれぞれのガス通路にほぼ均等に且つ定速度で入り込ませることができる。しかも、通気管62を発熱部44における熱風の送風ができるだけの長さとすればよく、多方向に亘って管路を絞り込むような絞りを受ける上記の従来の装置に比して、短くすることができる。この結果、触媒反応装置60によっても、触媒反応の効率向上と装置の小型化を図ることができる。

【0057】ここで、上記の第3実施例の変形例について説明する。この変形例では、その概略構成図である図18に示すように、ガス蒸発器42の上部側方に多孔板64を挟んで触媒層26を配設する。この変形例にあっても、各蒸発部45の水位が同一で且つ発熱部44からの熱伝達程度が同一であることにより、蒸発部45の液面からほぼ均等に混合ガスが生成され、ガス蒸発器42自体でガスの均等分配並びに整流がなされる。そして、この混合ガスは、低い流速でほぼ均等に上昇して多孔板64の孔を経て触媒層26に到達し、この際に多方向に亘って管路を絞り込むような絞りを受けない。よって、各蒸発部45に対応する領域の触媒層26のそれぞれのガス通路には、混合ガスをほぼ均等に且つ定速度で入り込ませることができる。この場合、この変形例では、多孔板64をガス蒸発器42と触媒層26の境界に設置でき、ガス蒸発器42と触媒層26とを離す必要がない。よって、この変形例にあっても、触媒反応の効率向上と装置の小型化を図ることができる。

【0058】次に、第4実施例について説明する。第4実施例の触媒反応装置70は、図19の概略斜視図に示すように、管体22にガス通路を水平とした触媒層26を収納して備え、その上流に、ガス導入管部23の側から単一の第1整流部72と複数の第2整流部74を有する。第1整流部72は、ガス導入管部23から左右に拡張したケーシングを有し、その内部を当該管路より拡張した混合ガスの拡散経路72a(図20参照)とする。

そして、第1整流部72は、ガス導入管部23から拡散経路に流れ込んだ混合ガスをその下流に通過させるガス通過ユニット73を、この拡散経路を分割するよう並列に複数個有する。第2整流部74は、この第1整流部72と同一の構成を備え、第1整流部72における各ガス通過ユニット73に対応して設けられている。即ち、各第2整流部74は、対応する第1整流部72のガス通過ユニット73から上下に拡張したケーシングにて拡散経路を形成し、第1整流部72におけるガス通過ユニット73の並びに沿って配列されている。ここで、第1整流部72、第2整流部74の詳細な構成について、第1整流部72を例に採り説明する。

【0059】図20は、第1整流部72の内部構成をガスの流れと交差する方向から見た概略構成図であり、図21は、この内部構成をガスの流れ方向から見た概略構成図である。これら図面に示すように、第1整流部72は、その両端の支持部材75の間に複数のガス通過ユニット73を備える。両支持部材75には、スライドレール76が架設されており、このスライドレール76には、スライド駒77が組み込まれている。そして、このスライド駒77と、当該駒から伸びた支持軸77aと一緒にされガスの流れ方向に沿って上下に配置された整流板78とで、それぞれのガス通過ユニット73が区切られている。なお、両端のスライド駒77は、支持部材75に固定されている。

【0060】ガス通過ユニット73は、その両側の整流板78に傾斜して固定された一対の固定板79と、この固定板79の上方に配設された一対の可動板80とを有する。このため、ガス通過ユニット73は、その要部を概略的に表した図22に示すように、それぞれの固定板79と可動板80との間に隙間を形成し、当該隙間をガス通過孔82とする。そして、それぞれの可動板80は、支持軸77aに回動自在に係合された係合腕81にその一端にて固定されており、このそれぞれの係合腕81は、その先端でヒンジ結合されている。よって、一対の可動板80は、そのなす角度(以下、可動板角度という)θを変更するよう駆動でき、ガス通過孔82の開度は、図示するように、可動板角度θに応じて定まる。

【0061】図20～図22に示すように、可動板80は、その上面を混合ガスの流れ方向に交差させていることから、該当するガス通過ユニット73を通過しようとするガスの抵抗を受ける。そして、図22に示すように、この可動板80は、この抵抗を受けて駆動して可動板角度θを変化させ、ガス通過孔82の開度を変更させる。この際、可動板角度θは、可動板80の駆動量、即ち可動板80が混合ガスから受ける抵抗に依存し、可動板80が受ける抵抗は、ガス通過ユニット73を通過しようとする混合ガスのガス量が多いほど大きくなる。よって、ガス量が多いほど可動板80の駆動量は大きくなつて可動板角度θが狭くなり、ガス通過孔82の開度は

狭くなる。しかも、このように可動板角度θが狭くなると、両側のスライド駒77は、係合腕81を介してその間の距離を縮めようとする力が働いてスライドする。このため、可動板角度θが狭くなったガス通過ユニット73の両隣のガス通過ユニット73では、このスライド駒77のスライドにより、当該ユニットにおける両側のスライド駒77がその間の距離を広めるようにスライドする。これにより、この両隣のガス通過ユニット73では、可動板80がガスから受ける抵抗に拘わらず、可動板角度θが広がるよう可動板80が駆動し、ガス通過孔82の開度が広く変更される。

【0062】ここで、上記した構成の第1整流部72および第2整流部74を備えた第4実施例の触媒反応装置70における混合ガスの整流の様子について説明する。なお、これら整流部では、図21に示すように、可動板80および固定板79の配設領域Eに混合ガスが流れるよう、ケーシング内部にて仕切られている。

【0063】図19および図20に白抜き矢印で示すように、混合ガスがガス導入管部23から第1整流部72に入り込むと、この混合ガスは、第1整流部72の拡散経路72aに行き渡り、スライド駒77並びに整流板78で区画されたそれぞれのガス通過ユニット73に達する。この際、整流板78はガスの流れに沿って位置することから、混合ガスは、両側の整流板78によって各ガス通過ユニット73に導かれ、その流れ方向は、整流板78に沿った方向にある程度揃えられる。このように、混合ガスは拡散経路72aを経て各ガス通過ユニット73に導かれるが、ガス導入管部23と対向する箇所のガス通過ユニット73（以下、このユニットをガス通過ユニット73aとする）では、その位置関係の都合上、他のガス通過ユニット73よりも多量の混合ガスが到達する。従って、ガス通過ユニット73aでは、その有する可動板80は多量の混合ガスからの抵抗を受けて駆動するので、可動板角度θが狭くなりガス通過孔82の開度も狭くなる（図22(b)）。よって、ガス通過ユニット73aを通過する混合ガスのガス量は少なくなる。

【0064】その一方、このようにガス通過ユニット73aでガス通過孔82の開度が狭くされると、既述したようにその両側のスライド駒77はスライドする。このため、ガス通過ユニット73aの両隣のガス通過ユニット73では、当該ユニットにおける両側のスライド駒77の上記したスライドにより、可動板角度θが広がるよう可動板80が駆動し、ガス通過孔82の開度が広く変更される。よって、開度が広くされたガス通過ユニット73では、それ以前より多量の混合ガスが通過することになり、今度は、このガス通過ユニット73における可動板80が混合ガスから大きな抵抗を受けて駆動することで、ガス通過孔82の開度が狭くなる。そして、このガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の新たな開度変更もその両隣のガス通過ユニット73に伝わり、

このような開度調整が各ガス通過ユニット73で連鎖的になされる。なお、ガス通過孔82の開度変更の伝わりは、両隣のガス通過ユニット73そのならずその隣のガス通過ユニット73にも同様になされる。

【0065】従って、ガス導入管部23から混合ガスが導入された場合に、拡散経路72aにおけるガス通過ユニット73ごとに混合ガスのガス量が異なっていても、各ガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の開度は一定の関係に収束する。しかも、このようなガス量の相違は、ガス導入管部23から導入される混合ガスのガス量自体が変動する場合、例えば脈動する場合にも起こる。よって、ガス導入管部23からのガス量が変動する場合であっても、各ガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の開度は一定の関係に収束する。

【0066】本実施例では、各ガス通過ユニット73は、同一面積で同一形状の可動板80を有するので、各ガス通過ユニット73における可動板80が同じ抵抗を受けた状態で収束する。このため、各ガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の開度は均一となり、拡散経路72aからは、均一なガス量に分配した状態で、混合ガスを確実にその下流に流すことができる。つまり、図19に示すように、触媒反応装置70では、ガス導入管部23からの混合ガスを、第1整流部72におけるガス通過ユニット73の並びに沿った左右方向において均一なガス量に分配した状態で、その下流のそれぞれの第2整流部74に流すことができる。しかも、各ガス通過ユニット73の下流側に整流板78が位置することから、このように分配された混合ガスは、ガス通過ユニット73の下流において不用意に混合することなくそれぞれの第2整流部74に至る。

【0067】そして、それぞれの第2整流部74では、その上流の第1整流部72におけるガス通過ユニット73から流れ出た混合ガスを、第1整流部72と同様にしてガス通過ユニット73の並びに沿った上下方向において均一なガス量に分配した状態で、その下流の触媒層26のガス通路に流すことができる（図19参照）。つまり、第1整流部72と第2整流部74での分配により、ガス導入管部23からの混合ガスは、2次元的に均等に分配されて整流済みの状態で触媒層26に流れ込む。また、第2整流部74の下流においても、混合ガスは、整流板78により、不用意に混合することなく触媒層26のガス通路に流れ込む。更には、ガス導入管部23からの混合ガスの流れ込みに脈動等の変動があっても、その変動に拘わらず、触媒層26へは2次元的に均等に分配されて整流済みの状態で混合ガスが流れ込む。よって、この触媒反応装置70によれば、触媒層26における触媒反応の効率をより一層高めることができる。

【0068】しかも、上記したような混合ガスの分配並びに整流を図るに当たり、第1整流部72において並列配置したガス通過ユニット73をガス導入管部23から

離す必要はない。また、第2整流部74において並列配置したガス通過ユニット73をその上流の第1整流部72におけるガス通過ユニット73から離す必要がない。この結果、触媒反応装置70によれば、装置の小型化を図ることもできる。

【0069】ここで、この第4実施例の触媒反応装置70の評価について説明する。触媒層26における触媒反応は、そのガス通路を混合ガスが通過する間に進行する。そして、各ガス通路は互いにその通路方向に沿って隔離されていることから、各ガス通路に均等に混合ガスが流れ込むほど、触媒層26全体としての反応効率は高くなる。つまり、各ガス通路に混合ガスが均等に流れ込まない場合には、各ガス通路の通過ガス量が異なるため反応が不均一となり、装置全体としての反応効率は低下する。そして、最も通過ガス量が多いガス通路に、反応効率は律速されてしまう。しかも、反応の進行程度が各ガス通路で異なるので触媒が反応に関与する程度もガス通路で相違する。このため、混合ガスの流れ込みが不均一となるほど、反応効率が低下すると共に装置全体としての触媒寿命も短くなる。よって、所定の反応効率を維持できる時間を評価項目として、以下の評価試験を行った。

【0070】図19～図22で説明した構成の第4実施例の触媒反応装置70と対比する触媒反応装置は、拡散経路72aを触媒反応装置70と同様に分割して混合ガスを通過させるものの、そのガス通過部の開度が一定のものである。つまり、触媒反応装置70におけるスライド駒77をスライドレール76に固定すると共に、係合腕81および可動板80も固定してガス通過孔82の開度を一定とした構成の触媒反応装置（対比触媒反応装置）とした。そして、この対比触媒反応装置と本実施例の触媒反応装置70とに、同一条件でメタノール／水の混合ガスを導入し、反応の推移を調べた。触媒反応装置に混合ガスを導入すると、触媒層26での触媒反応を経て水素リッチガスが生成され、触媒層26から排出される。よって、導入した混合ガスが理論的に終て水素生成に使われた場合の反応率を100%とし、この反応率が90%になるまでの経過時間（寿命）を測定した。なお、排出ガス中の水素と導入した混合ガスとの間には相関関係があるので、水素濃度を測定することで反応率を換算した。その結果を、以下の表1に示す。

【0071】

【表1】

| | ガス導入速度 (L/H) | 寿命 (H) | ガス導入速度×寿命 (L) |
|----------------|-----------------|-----------|------------------|
| 実施例の 触媒反応装置 | 10 | 530 | 5300 |
| | 20 | 260 | 5200 |
| | 50 | 110 | 5500 |
| | 100 | 44 | 4400 |
| 対比 触媒反応装置 | 10 | 460 | 4600 |
| | 20 | 240 | 4800 |
| | 50 | 110 | 5500 |
| | 100 | 32 | 3200 |

【0072】実施例の触媒反応装置70と対比触媒反応装置とは、同一の触媒層26を有することから本来的には同一の触媒反応効率、即ち触媒寿命が得られるはずであるが、この表1に示すように、実施例の触媒反応装置70は、明らかに対比触媒反応装置よりも長寿命である。しかも、混合ガスの導入速度（リットル／時間）がいずれの値であっても、実施例の触媒反応装置70は寿命が長かった。また、実施例の触媒反応装置70では、ガスの導入速度が100リットル／時間と大きい場合であってもこの導入速度と寿命の積は、導入速度が小さい場合と比較的近似していた。これに対し、対比触媒反応装置では、ガスの導入速度が100リットル／時間の場合には、導入速度と寿命の積はかなり小さくなつた。これらのことから、実施例の触媒反応装置70では、上記したように第1整流部72と第2整流部74によるガス

の2次元的な均等分配と整流により、混合ガスが触媒層26の各ガス通路に均等に流れ込み、触媒が満遍なく使用されているといえる。この結果、本実施例の触媒反応装置70によれば、触媒反応の効率を高めて触媒層26の有する触媒性能を最大限に発揮させることができる。

【0073】なお、第1整流部72および第2整流部74におけるガス通過ユニット73の設置個数を増やすことで、混合ガスのより一層の均等分配と整流を図ることができる。そして、このように構成することで、触媒層26における触媒反応の効率を更に高めることができる。

【0074】ここで、上記した第4実施例の触媒反応装置70の変形例について説明する。この変形例の触媒反応装置では、第1整流部72および第2整流部74が有するガス通過ユニットの構成が相違する。図23は、変

形例における第1整流部72の内部構成をガスの流れと交差する方向から見た概略構成図であり、図24は、その24-24線概略断面図である。これら図面に示すように、変形例のガス通過ユニット73Aは、ガス通過ユニット73と同様、スライドレール76に沿ってスライドするスライド駒77と、このスライド駒に固定された整流板78とで区画されている。また、ガス通過ユニット73Aは、ヒンジ結合された係合腕81に固定され、通過するガス量に応じて可動板角度θを変更する一対の可動板80を有する点でもガス通過ユニット73と共通する。しかし、このガス通過ユニット73Aは、整流板78の上端に固定された分配板84を、スライド駒77に傾斜して固定された固定板79に替えて有する点でガス通過ユニット73と相違する。

【0075】分配板84は、拡散経路72aを経て各ガス通過ユニット73Aに流れ込もうとする混合ガスを遮蔽するよう、ガス通過ユニット73Aの上流側に位置する。このため、それぞれのガス通過ユニット73Aには、隣り合う分配板84の間の隙間を経由して混合ガスが流れ込む。そして、流れ込んだ混合ガスは一対の可動板80に抵抗を与える。よって、この抵抗を受ける可動板80が上記したように可動板角度θを変更し、それに応じて隣り合うガス通過ユニット73Aではスライド駒77がスライドする。これにより、隣り合う分配板84の間の隙間は広狭変化する。つまり、変形例のガス通過ユニット73Aにあっては、その上流に位置する分配板84の隙間がガス通過孔82となり、このガス通過孔82がガス通過ユニット73と同様にして可動板80により変更させる。

【0076】このため、ガス通過ユニット73と同様、この変形例にあっても、各ガス通過ユニット73Aにより、混合ガスを2次元的に均等に分配し整流済みの状態で触媒層26に流し込むことができる。また、ガス通過ユニット73Aをガス導入管部23から離したりする必要もない。よって、この変形例にあっても、上記の第4実施例の触媒反応装置と同様に、触媒反応の効率向上と装置の小型化を図ることもできる。

【0077】また、この変形例では、各ガス通過ユニット73Aを通過する混合ガスの通過量を規定するガス通過孔82を、ガス量に応じて駆動する可動板80とは別個の分配板84で形成し、可動板80をガス量検知のためだけに用いた。従って、可動板80はガス量に応じて適正に駆動するよう、分配板84はスライド駒77がスライドした際に適正な隙間を形成するよう、個別に調整することができ、調整作業の簡略化を図ることができる。また、可動板80がガス量に応じて駆動した際に、この可動板80から離れた上流位置でガス通過孔82の開度が変更される。その一方、可動板80とその下方の固定板79とでガス通過孔82を形成しその開度を変更する構成の場合には、可動板80近傍のガス通過孔82

の開度変更の影響を受けて、ガス量が一定であっても可動板80が受けるガスからの抵抗が変化する虞がある。よって、可動板80から離れた上流位置でガス通過孔82の開度を変更する変形例によれば、可動板80は、常に、ガス通過孔82を通過した混合ガスからの抵抗を受けて駆動するので、その駆動量はガス量に正確に対応する。このため、この変形例によれば、混合ガスのより正確な均等分配と整流を図ることができる。

【0078】以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0079】例えば、第1実施例における多孔板の縦列配置数は、3枚に限られるものではなく、改質装置に求められるスペックに応じて、適宜決定すればよい。また、第1多孔板31～第3多孔板33における孔数についても、図7に示したものに限られるものではないことは勿論である。また、異なる孔数並びに異なる孔径の多孔板を縦列配置することに替え、図7の第3多孔板33を互いの孔が重ならないように複数枚縦列配置してもよい。また、第2実施例の第1の変形例を、各管状部49を側面に張り出し部を有するバルジ形状の管状体とするよう変形することもできる。この場合には、各管状体の張り出し部にて熱風の通路が形成されることから、仕切板を省略することができる。

【0080】また、第1整流部72と第2整流部74を用いて2次元的な分配を図るに当たり、各ガス通過ユニット73でガス通過量が均等になるようにした。このように均等分配することは触媒反応装置にとっては好ましいものの、他のガス反応装置では、第2整流部74における拡散経路の一端の側から順次ガス量が増加するような勾配をもつ分配が求められる場合もある。このような場合には、この一端の側から、可動板80をそのガス受圧面積が順次減少するように構成すればよい。このような構成を探れば、受圧面積が広い可動板80の側では少量のガス量で可動板80が駆動してガス通過孔82が狭くされ、受圧面積が狭い可動板80の側では他と比べて多量のガス量でしか可動板80が駆動せずガス通過孔82が狭くならない。よって、拡散経路の一端の側から順次ガス量が増加するような勾配をもつ分配でもって、確実にガスを流すことができる。

【0081】また、第1整流部72や第2整流部74でガスの分配を図るに当たり、あるガス通過ユニット73でガス通過孔82の開度をガス量に応じて変更した際には、隣のガス通過ユニット73のガス通過孔82をこの開度変更に応じて更に変更するようにしたが、各ガス通過ユニット73は、独立してガス通過孔82の開度を変更するように構成することもできる。即ち、触媒反応装置70におけるスライド駒77をスライドレール76に固定して、各ガス通過ユニット73を独立したユニット

とする。そして、この各ガス通過ユニット73では、可動板80がガス量に応じて駆動し、固定板79とで形成されるガス通過孔82の開度を、可動板80の駆動量に応じて独立に変更するよう構成する。このように各ガス通過ユニット73がガス量に応じて独立にガス通過孔82の開度を変更する構成によっても、ガス通過ユニット73aに他のガス通過ユニット73より多量の混合ガスが至ったとすると、このガス通過ユニット73aでは、可動板80がガスからの抵抗を受けて駆動し、ガス通過孔82の開度を狭くする。よって、このガス通過ユニット73aを通過するガス量は少なくなり、その分だけ、他のガス通過ユニット73ではガス量が増加する。よって、ガス量が増加して通過しようとするガス通過ユニット73では、可動板80がガスから受ける抵抗は以前より増すので、ガス通過孔82の開度が独立に狭くされ、ガス量が少なくなる。このようなガス量の調整がそれぞれのガス通過ユニット73でおのの繰り返し行われる。このため、各ガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の開度は、徐々にほぼ均一となる。よって、上記のように構成した場合でも、ほぼ均一なガス量に分配した状態で触媒層26に反応ガスを流すことができ、触媒反応の効率向上と装置の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】多孔板を配置した従来の触媒反応装置におけるガスの整流の様子を説明するための説明図。

【図2】多孔板102と触媒層104を隣接配置した従来の触媒反応装置の問題点を説明するための説明図。

【図3】多孔板102と触媒層104を離間して配置した従来の触媒反応装置の問題点を説明するための説明図。

【図4】より複数の孔を有する多孔板102を触媒層104に隣接配置した触媒反応装置の問題点を説明するための説明図。

【図5】本発明の第1の触媒反応装置におけるガスの整流の様子を、ガスの流れと交差する方向から見て模式的に示す模式図。

【図6】本発明の第1の触媒反応装置におけるガスの整流の様子を、ガスの流れ方向から見て模式的に示す模式図。

【図7】第1実施例の触媒反応装置20の概略構成を示す概略構成図。

【図8】第1実施例の触媒反応装置20が有する触媒層26の概略斜視図。

【図9】第1実施例の変形例において触媒層26の手前に配置する平板メッシュ34と三次元網目構造体35を説明するための説明図。

【図10】第2実施例の触媒反応装置40の概略構成を示す概略斜視図。

【図11】第2実施例の触媒反応装置40が有するガス蒸発器42の概略斜視図。

【図12】図11の12-12線概略断面図。

【図13】第2実施例の第1の変形例で用いたガス蒸発器48の概略斜視図。

【図14】図13の14-14線概略断面図。

【図15】第2実施例の第2の変形例で用いたラセン型のガス蒸発器52の概略斜視図。

【図16】第3実施例の触媒反応装置60の概略斜視図。

【図17】図16の17-17線概略断面図。

【図18】第3実施例の変形例の触媒反応装置60Aの概略構成図。

【図19】第4実施例の触媒反応装置70の概略斜視図。

【図20】第4実施例の触媒反応装置70における第1整流部72の内部構成をガスの流れと交差する方向から見た概略構成図。

【図21】同じく第1整流部72の内部構成をガスの流れ方向から見た概略構成図。

【図22】ガス通過ユニット73の要部を概略的に表すと共に、ガス通過ユニット73におけるガス通過孔82の開度変更の様子を説明するための説明図。

【図23】第4実施例の変形例における第1整流部72の内部構成をガスの流れと交差する方向から見た概略構成図。

【図24】図23の24-24線概略断面図。

【符号の説明】

20…触媒反応装置

23…ガス導入管部

24…整流機構部

26…触媒層

27…平板

28…波板

31…第1多孔板

32…第2多孔板

33…第3多孔板

34…平板メッシュ

35…三次元網目構造体

40…触媒反応装置

42…ガス蒸発器

43…ガス排出管

44…発熱部

45…蒸発部

46…連通管

48…ガス蒸発器

49…管状部

50…仕切板

52…ガス蒸発器

53…発熱部

54…蒸発部

60…触媒反応装置

60A…触媒反応装置

62…通気管

64…多孔板

70…触媒反応装置

72…第1整流部

72a…拡散経路

73…ガス通過ユニット

73A…ガス通過ユニット

74…第2整流部

77…スライド駒

78…整流板

79…固定板

80…可動板

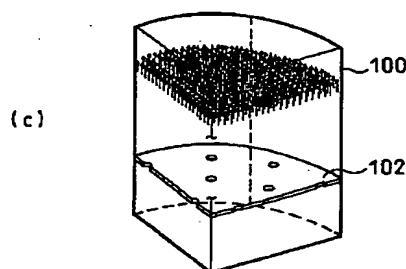
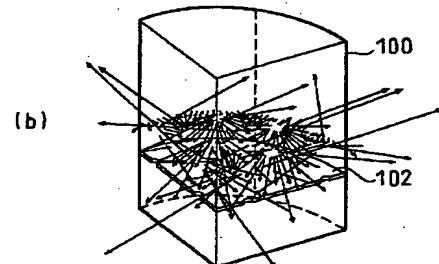
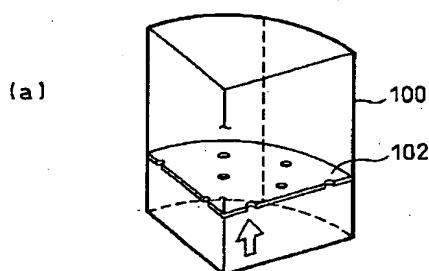
81…係合腕

82…ガス通過孔

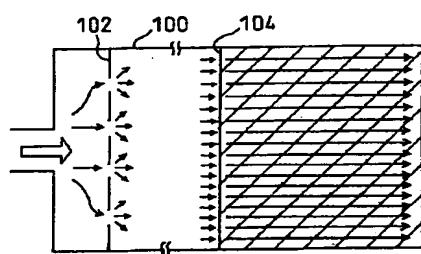
84…分配板

θ…可動板角度

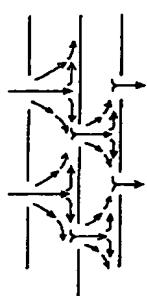
【図1】



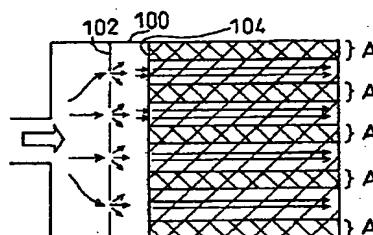
【図3】



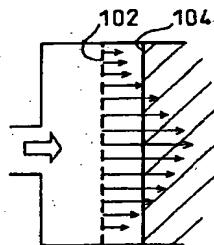
【図5】



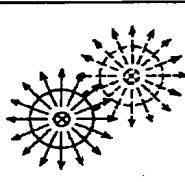
【図2】



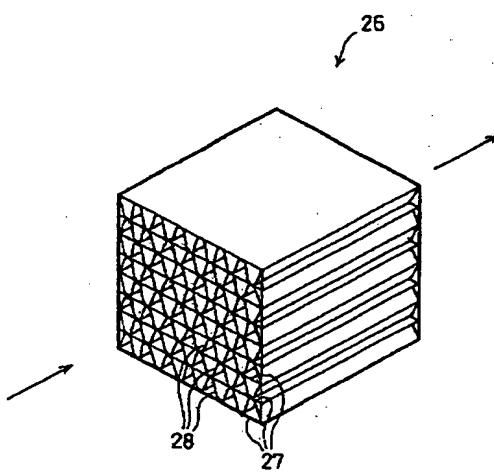
【図4】



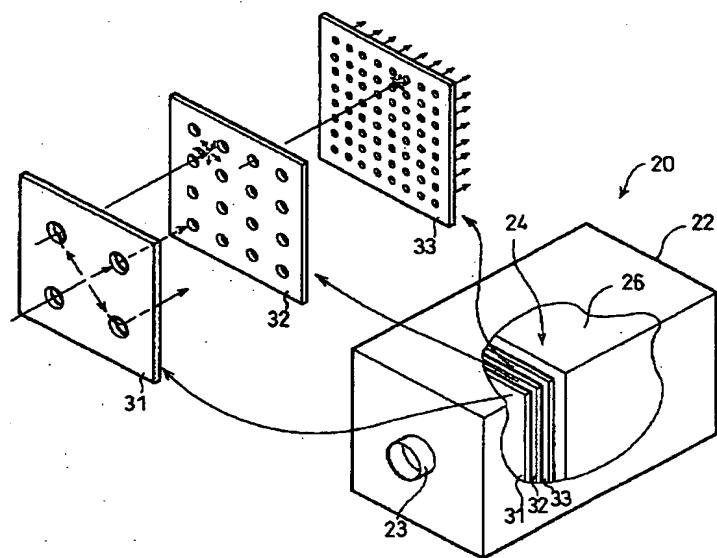
【図6】



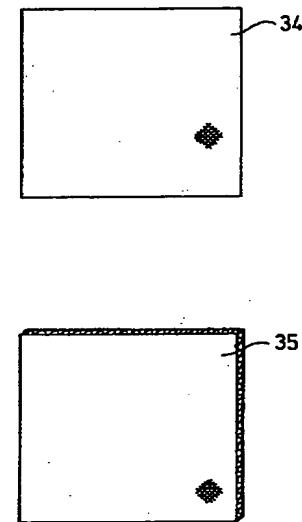
【図8】



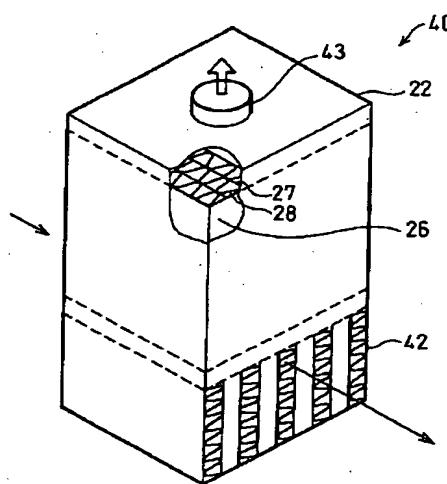
【図7】



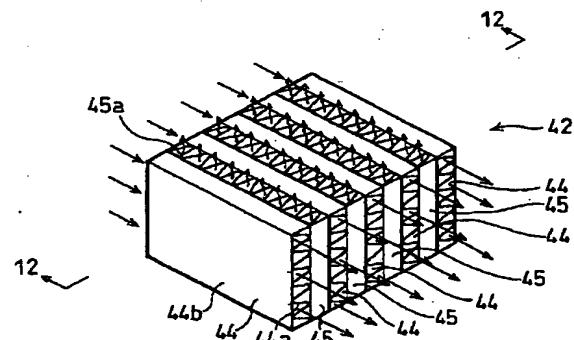
【図9】



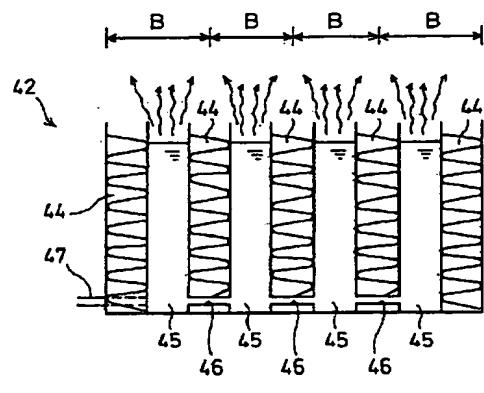
【図10】



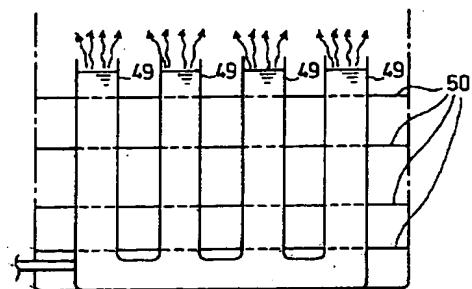
【図11】



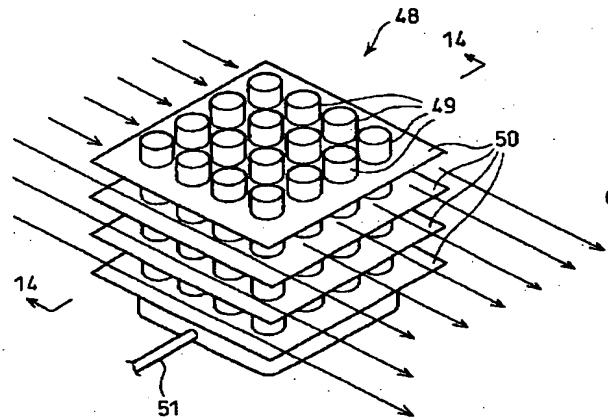
【図12】



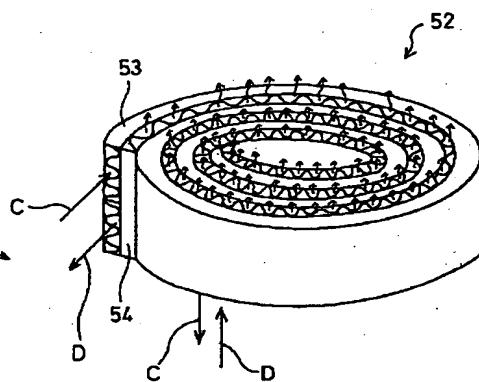
【図14】



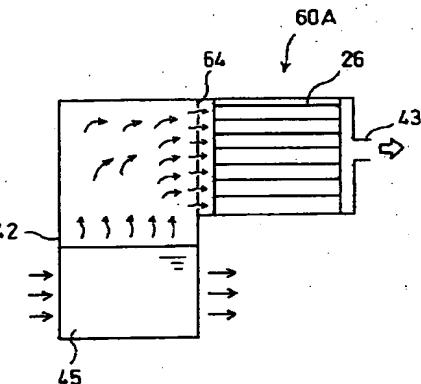
【図13】



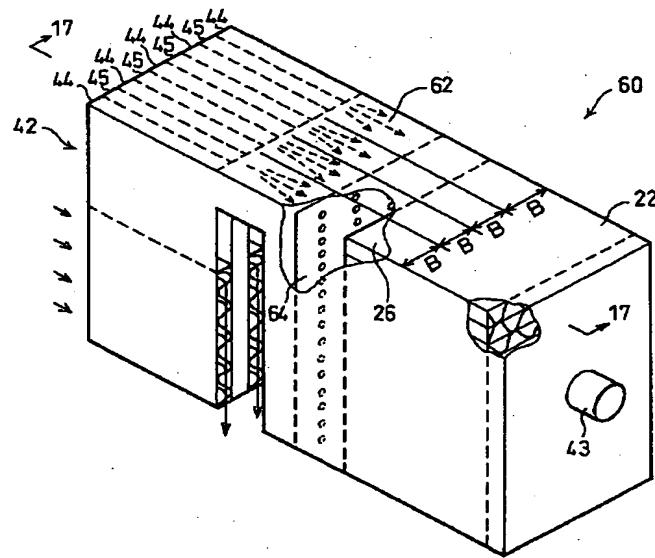
【図15】



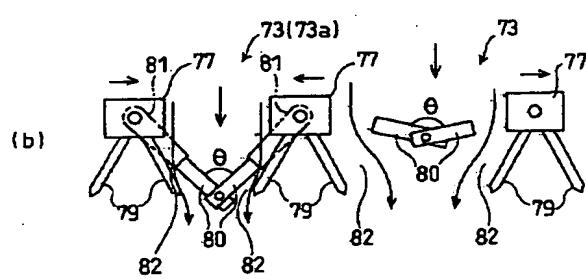
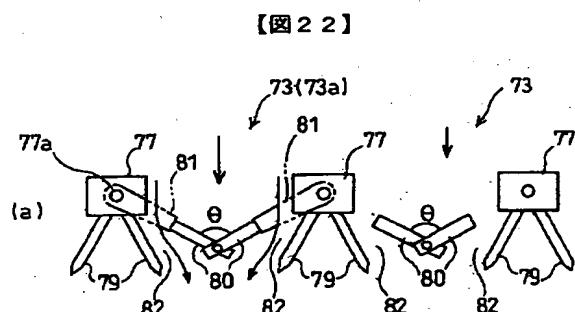
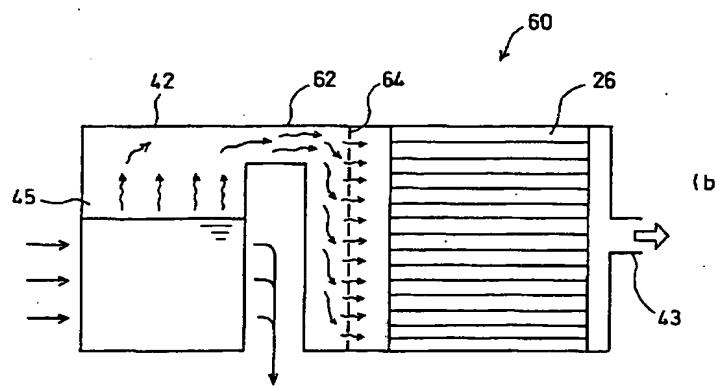
【図18】



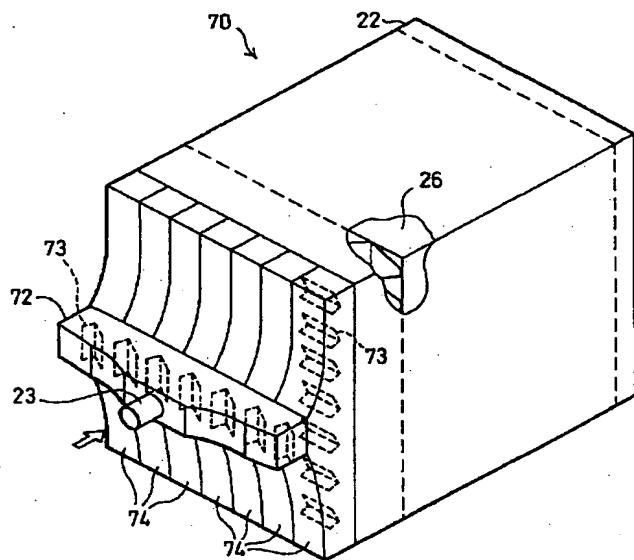
【図16】



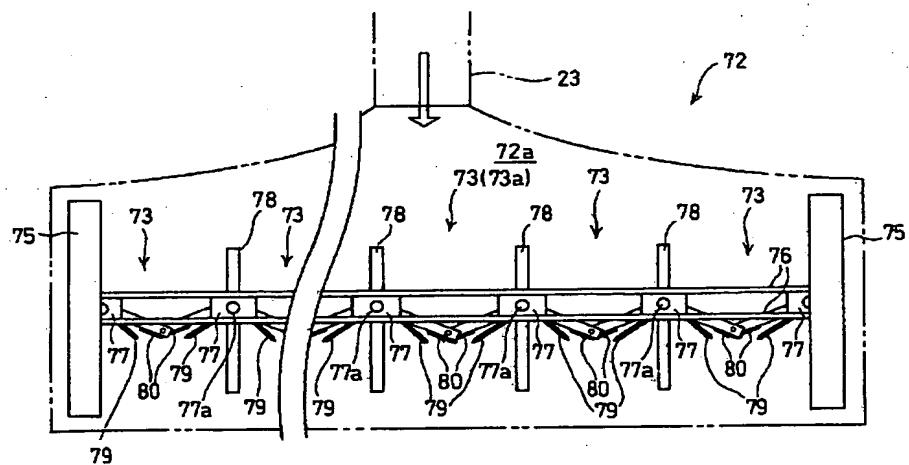
【図17】



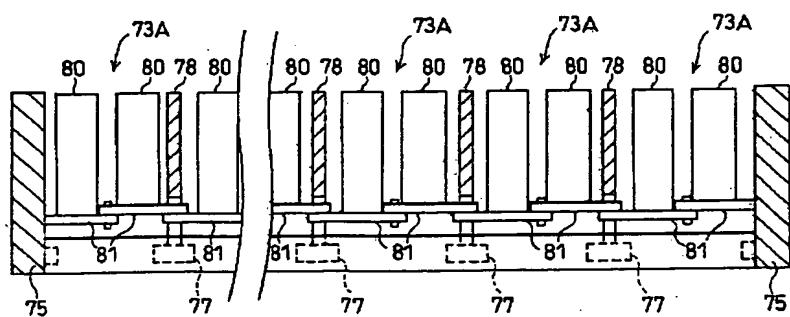
【図19】



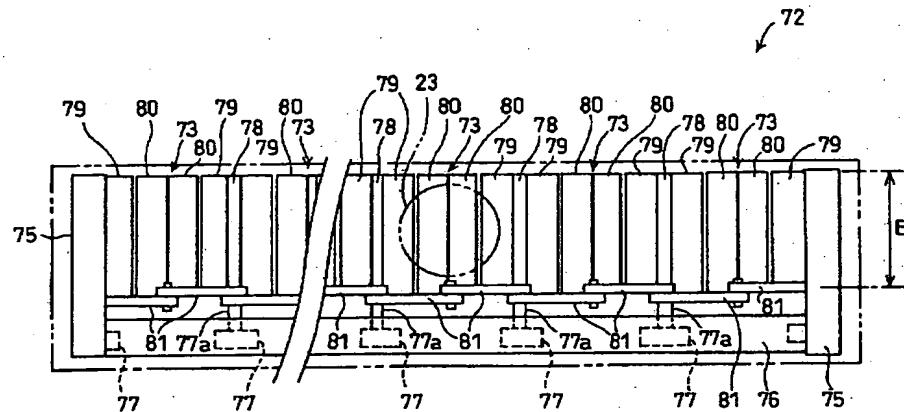
【図20】



【図24】



【図21】



【図23】

